

艾丁敦著
嚴鴻瑤譯

物理世界真詮

中山文化教育館編輯

A. S. Eddington 著
嚴 鴻 瑤 譯

中山
文庫

物 理 世 界 眞 詮

中山文化教育館編輯
商務印書館發行

譯者序

「科學救國」這個口號，似乎是大家所默認了的。其實，「科學」是什麼，就沒有人深加追究過。專門的學者討論它的，簡直是很少很少。然則，這個問題果然是不必談的嗎？我不敢這樣想。我覺得不把科學劃定一個界限，充分地明顯地加以了解，而盲目地去提倡它，那是很危險的事。正如十九世紀之實證主義不懂哲學一樣，結果是把學術界弄得一團糟。艾丁敦爵士 (Sir Arthur Stanley Eddington) 是英國今日有名的天文學家。現在年紀也有五十多歲，任天文臺長已有二十年，少年就精於數學，所以他對於科學的了解，自是他親身的體驗，他說的話，當是經驗中得來，非我們膚淺的理解所能及的了。我們只要看他的文章，能夠深入淺出，說理詳盡，就可知其了解之親切了。尤其是這本物理世界真詮，在學術界最佔地位，又是他的精心傑作，轉入哲學領域的樞紐，在國人沒有專門準備的時候，沒有思想指南的時候，雖有人責艾氏袒護唯心論，但這幾點偏見（假如真的話），總是值得介紹的。無論如何，總是值得參照的。

雷威 (Hyman Levy) 說過：『解釋……新知識與理解之者，當推甄斯爵士 (Sir James Jeans) 艾丁敦爵士，米勒根教授 (Prof. Robert Andrews Millikan) 與斯穆次將軍 (General Rt. Hon Jan Christian Smuts) 等為最著，均以破舊之觀念主義之哲學為背景，着手解決諸多問題，其說中雖多觀念主義之色彩，然以

默示不言，故不甚刺目也。』艾氏公然主張物是外的結構，心是內的材料，他恢復了克黎福德 (Clifford) 的『心靈原料』 (mind stuff)，但他以爲此詞過偏，所以改用『世界原料』。他卻認爲世界原料就是心靈自覺，所以他偏向觀念主義，是很明顯的事，怎能說是『不甚刺目』呢。

我們知道現代英國的思想界，仍以觀念主義佔據優勢。尤其是由科學概論入手，引申到哲學的人，他們都是嚴謹地保守科學界限，緊靠着經驗世界，以校正科學思想；日常經驗有時也被科學證據所否定了。最後還是以絕對的經驗爲歸宿。甄斯爵士否定電子論，而以「數」 (number) 爲研究之對象，艾氏也是一樣，但他還要提出「意識」做根據，這是由內向外的經驗。是心靈的要素，他說：『物理學所講的外在世界，於是成爲一個有許多幻影的世界了。』何以故，因爲『科學是要造成一個世界，足以象徵普通經驗的世界』咧。（見緒論）他的認識論也是這樣一貫的一元論。他認爲有人改心靈原料爲中立原料，『未免矯枉過正。中立原料（包含心靈與物質）是暗示我們有兩條通路，去了解其性質。然而我們實只有一條路，這就是由我們心靈之直接知識而去了解的。這條欲由物理世界去了解的通路，徒然有使我們達到物理學的輪環圖式……』（見第十三章）他所以要這樣劃分，完全是爲宗教留餘地罷了。同樣主張的還有一個湯姆生 (Sir John Arthur Thomson)，所以艾氏不脫英國的傳統論調。在『轉化』章中，尤可見到他要保持英國傳統思想之熱忱。

什麼叫做物理世界？他把經驗世界劃分爲精神世界和物理世界，這在緒論中已經明言了。他說：『我們……

承認有一精神世界，橫傍着物理世界。經驗——那就是自我和環境——所包括的，比物理世界所能包含的還要多，物理世界是被測度符號的意結所限制了。我們知道物理世界是用來答覆經驗測量中之確切問題的……若要更進而了解我們本性中之非感覺的成分，認為它也依照這同一的路線，便會說來不通……」（見第十三章）這樣把性質與數量劃分了開來，打是物理世界成立，而本書的申論，也由此得其題名了。

艾氏對於物理世界之解釋，可以和胡塞爾（Husserl）對於科學知識之說明，作比較觀。

科學最完滿的屬性就是「證據」（evidence），這是科學所求之真理的核心。物理學的特質就是數量，所以作者在十一章中，申明建築物理世界時，「第一部分」就「要把構造之數字量度，引入基本材料」中。這是人爲的，但證據很多，真理程度便也很深，是以物理世界之敘述，就是量算，內有二百五十六個數字係數，「這些係數給與環境最初關結之構造，以數的量度。」這就是證據，證據是有或然性的，不是必然的；或然性，依自然科學言，是可以用來當作基礎的。物理世界成立之基礎，也就是這點或然性。

現象學以爲知識之根據有二：個別事實與連鎖事實。艾丁敦對於物理世界之建築，則以關係與關結爲原料，以數量爲表式，這些都是建築之張本。我以爲關係就是連鎖事實，關結就是個別事實，數量就是我們認知這些事實之方式。以此解釋宇宙萬象，則縱橫自如，得心應手了。由以上所論看來，他的說法全是符號邏輯的概念，所以他把物理世界，又稱作符號世界。

他更進聲稱：「魔鬼永不在你所處的地方；常爲魔鬼所作弄者總是別人。」（見第六章）又說：「只有心靈

才能判定什麼算是廢物，這就是判定我們建築之那一部分，是影映着普通經驗中之那些事物，那一部分是沒有相當對應物的。」（見第十一章）這就是他憑藉心靈，不求或然的真理，但進而求普遍絕對的真理。所以他掀穿相對論的祕密後，連忙就說：「上帝只造成了整數，其他一切都是人的工蹟。」（見第十一章末語）他在這些地方，一方面表示近乎斯穆次將軍的全整主義（Holism），一方面表示近乎現象學的科學論，認為科學所求者是柏拉圖的境界，不是培根的境界。於是他開宗明義，就說：「這個科學世界才是（或將要是）一個完全外在的世界。」（見緒論）

艾氏本書的概略，已如上述了。我現在對於逐譯的問題，得有一點小小的申明。

我啓首譯這本書的時候，也很覺得這是專門高深的著作，而且文句字眼又那樣帶着文學的趣味，要想譯來明暢，頗非易事。後來有人主張先讀，而後把原文拋開，由譯者根據原作的意義，加上自己的註解，寫成中文譯本，這固然是很好，但是困難很多。最大的困難就是譯者不僅要讀這一本原著就夠事的。更沒有那樣方便的大圖書館，而且這樣加進註解的譯法，固然能使讀者一目瞭然，不過這本著作原就不是不花腦思，即能了解的東西。假如那樣把它譯得淺近化了，就不免有使它過於敷淺之虞，所以譯者終於不敢那樣幹，還是盡力的遷就原文，務求保存真實。而且這也是譯者的本分。假如讀這本書的人，對於著者所提出的問題，能有一點印象。不問他了解的深淺如何，我的目的便算達到了。致於許多專門名辭，例如「具體抽象法」這就是懷特黑先生全部哲學的精義，要想加以註解，又非譯者個人能力所可及者。所以只有力求一個適當的譯名，讓聰明的讀者自己去深索罷。而且我想讀

這本書的人，大概都必具備充分的學力，所以我更加能放心了。

還有一點我得附帶申明。作者雖是科學家，但是文章都極鬆動，他常引用文學上的詩詞傳奇，但是中國人不一定就能理解其意義的。與其累贅不明，無寧刪除了，反較清切些。所以譯者就大膽地譯其可刪者，代以「……」記號。

最後我當謝謝陳彬蘇先生，因為這本東西，直接間接，都是他的惠與。尤當謝謝李崇基先生和全師增，他們兩人化了寶貴的時間，至高的精力，給我的初稿細加校讀，這種精神是永令我銘感不忘的。而且我自己也校讀了五次，錯誤當然還是免不了的，尚望讀者隨時指正。

一九三四年七月於上海中山文化教育館

原序

這本書是一九二七年的正月到三月，我在愛丁堡大學主講基福特講座的一個課程，這個課程，是陳述最近科學思想大改變後的哲學的收穫。例如相對論與量子論倡導許多新奇的物質世界的概念，熱力學原理的進步也引起漸進而同樣深刻的變遷。本書之前十一章幾乎全是概述一切新的物質學說，述其所以被採用的理由，尤其注重其基本的概念。目的是要明瞭今日所成立的科學的宇宙觀，指呈其不完全的地方，以便判定現代思想的趨向。我在最後四章中，是要考核這種科學的見解，在整個人類的經驗範圍（宗教也在內）中，應處的地位。至於各次演講所研究的通義，在緒論的末節中講得很清楚了。

我很希望除開本書後面關於實用的幾章，而專讀關於科學的幾章，也可以得着益處，但是本書採用之時，並不是把它當作完全獨立的部分而寫成的，我的目的不僅要給相對論和量子論作一個淺說，更要談到最新而更深的發揮，因為在此才能找着深有哲學含意的概念，本書為求閱讀的方便所有困難的論證，都反覆加以詳明。我主要的目的就是要表明科學上許多的發展，實在給了哲學家許多新穎的材料。我更超過了這個範圍，發表我對於這些材料應用的意見。我很覺得哲學的觀點，從此以後，除非直接得自近代科學工作的研究與思維，才能動聽。除開這種特殊的科學刺激而外，還有通常人對於事物本性的觀念，別人都以為不關重要，我卻很重視牠。

當我準備主講之初，這兩種原本觀念雖很明顯有別，但是後來爲要達到一種一貫的看法，並要防禦可能的批判，所以就漸漸打成一片了。因此我就由相對論上的數學研究，重新提出了我偏於觀念論的物質世界觀來。我對於前人之哲學觀點，卻又有一種完全不同的理解。

開初我很疑惑科學家是不是能夠冒險，深入非科學的境地。我首先判定這種冒進也許可以使科學家供出他的科學境內中很好的觀點。在現在這些口頭的演講中，隨意說出我所要說的提案不必算是十分輕率罷。但是這些提案可否永久保留，或是無需更改，那就很難斷定了。我怕專門哲學的批評，但是讀者能指呈本書是否「優異可愛」，因此判定本書價值這是我所樂願的事。在講演結束以後，我曾屢次設法，把這本書內的有幾部分，改得更充實些。現在這本書使我擔心，比以前的書使我擔心更甚。

課室內面會話式的文裁，當然很不適宜於寫成大著，但是我卻決意不想有什麼改動。一個寫科學文章的人，因爲他天然發表意思的工具就是數學公式，所以應得請求讀者諒解的，這個科目的內部，根本有些地方就非常困難的，我只希望大家能夠了解，若有疑問之點我願盡量的解答。

對於美國的讀者尤應特別聲明，因爲我們所用的專門名詞，其中有許多是和美國所用者完全不同的，譬如 billion 美國是一千兆，而英國算是一兆兆。

目次

譯序

原序

緒論

第一章 古典物理學的崩潰

第二章 相對論

第三章 時間

第四章 宇宙之潰亂

第五章 轉化

第六章 引力——定律

第七章 引力——說明

第八章 人在宇宙中的地位

第九章 量子論

.....一

.....八

.....二四

.....三七

.....五九

.....七九

.....九八

.....一二一

.....一四一

.....一五五

第十章	新量子論·····	一七二
第十一章	世界建築·····	一九七
第十二章	指針示數·····	二一一
第十三章	實在性 (Reality) ·····	二三一
第十四章	因果關係·····	二四七
第十五章	科學與神祕主義·····	二六六
結論·····		二八九

物理世界真詮

緒論

我要來寫這部講演稿，所以我把椅子，拖近我的兩張桌子。我說：「兩張桌子。」因為一切物體在我看來都是二重的——兩張桌子，兩把椅子，兩枝鋼筆。

我們講科學之哲學，如此開場未免太不深奧。但我們必先抓住事物之表面東西：然後才談得到它的底蘊。然而我要開始抓住事物時，我所碰擊的便是我的兩張桌子。

這兩張桌子中，一張就是我所慣用的。這是環境中或外界中最平常的一件物體。我怎樣描寫這張桌子呢？牠有廣袤，較有持久性；有顏色；總之是有實質的 (Substantial)。所謂有實質的，並不光是說伏在桌上而桌子不倒；蓋指桌子是由實質構成而言，而且我想引用此詞，以說明桌子內部的固有性質。桌子是一件事物，不能說是空間，因為空間只能算是一個空無，也不能說是時間，因為時間是什麼，只有天曉得！但是這樣解說還是不中用，因為「事物」之特徵就是具有這種實質性；而所謂實質性就是像桌子所具有的那種性質。所以我們還是選了一個圈子。不過，假如你是一位具有普通常識的人，並不十分拘泥於科學的解釋，你總會懂得通常桌子的性質了。我常聽見

有許多常人竟認為科學家倘能應用意義淺顯如桌子的性質，來說明事物，那麼他們對於人性之玄妙，或許更能了解得深刻些。

第二號桌子就是所謂科學的桌子。牠是我最近才認識的，覺得比較生疏。牠並不隸屬於前面所說的世界——牠並不屬於我一睜眼就看得見的世界——究竟這個世界中有多少是客觀的成分，多少是主觀的成分，我在這兒暫且不管。科學的桌子是另用一種深刻的方式引起我們注意的世界的一部分。科學的桌子大半是一種空無所有的虛空（Emptiness）。稀薄散漫於此虛空中者都是放射極速的電荷（Electric charges）；但是這許多電荷的容積，其總不及桌子容積的一兆兆分之一。雖然牠的構造奇特，但終成為很有用的桌子了。牠能和第一號桌子一樣，盛載我寫字的紙；因為我鋪紙於桌子上時，這些電粒子（Electric Particles）因射行極速，而不斷地在紙下衝擊。所以像鍵子似地這張紙會安穩地平鋪着。假如我伏在這張桌上，我便不會穿過牠。或者嚴格而正確的說，我科學的手臂穿過我科學的桌子的機會，真少；在實際生活上竟是絕無僅有的事。假如一一察其物性，則這兩張桌子，並沒有什麼不同。假如環境發生變態，那麼，我的科學的桌子便有利端。譬如屋子着了火，我科學的桌子便溶解為科學的煙，而我所習用的桌子之實質性也會變化，而這種變化，我只好認為是不可思議。

我第二號桌子是無實質性的。牠僅是空洞的空間，這空間又漫滿了力場（Fields of force）。但是力場實應歸威力的範疇，並非「事物」的範疇。甚至其中極細微而非空虛的部分，我們也決不能用實質這個觀念來形容之。分割物質為電荷後，我們所要形容的東西的樣子，就與普通具有實質性的東西的樣子大不相同，所以這個概

念在此時也就失其意義了。近代科學的宇宙觀，無非就是想破滅「事物」「威力」「形式」等等的範疇，而爲一切經驗另換一共同的背景。無論我們研究物體，研究磁場，研究幾何圖形，或研究時間綿延性，我們都得用量算來表明我們知識的結論——量算的儀器及其運用的方法，都不能表明這些問題間，有什麼絕然不同之點。量算本身並不能給範疇分類以根據。我們覺得量算本身應該有一個背景，這就是外在的世界；但是這個世界有許多屬性（Attributes），除開量算所已察知者而外，其餘都是科學所不能深究的。可是科學最後背叛了，因爲科學感覺到把量算中所含有的正確知識，來解釋傳統概念是不對的，因爲那些概念既不能真確表露背景（譯者按指外界而言），復使知識組織，支離散漫。

我在這兒不想更進一步討論電子，何以無實質性，因爲這個問題與現在所討論的無關。你們儘可以明認電子有實質性，但是微點漫滿虛空的科學的桌子，和日常認爲是堅實的桌子（這是反對柏克萊主觀主義者所喜用之一證），總是完全不同的。我面前的紙好像是鋪在蜂羣上面，如鍵子似的被蜂羣在下面衝動支持着不動，還是紙下有佔有空間而排其他之實質托着，這兩種說法是有差異的：至少在概念上有不同，但是在實際上我們還是同樣能在同一張紙上寫字。

你們都知道近代物理學全靠精密的實驗和嚴正的邏輯，來斷定我第二張桌子，是唯一「實在」的東西，不需我多說了。換一方面看，科學終不能棄除第一張桌子，因爲它雖是外在性質，心理想像和因襲陳見所混合成的怪物，但是這張桌子總是我親眼得見，親手可摩的，所以也用不着我多說了。我們只有暫時撇開第一張桌子，因爲

我們由熟習的世界，轉到物理學所宣示的科學世界。這個科學世界才是（或將要是）一個完全外在的世界。『你提出兩個世界，語出矛盾。難道這兩個世界就不是同一個世界的兩面觀或兩種解釋嗎？』

是的，當然啦，這兩個世界在某種情形之下或許會同一的，但是物理學的外在世界變為人類意識所熟知的世界的過程，卻是超乎物理學範圍以外的。所以物理學方法所研究的世界，要直到物理學家完成其工作後，才能和人類意識所熟知的世界，互相聯合起來。所以我們暫且不妨假定科學所探討的桌子，和慣用的桌子是完全不同的，而不必預斷這兩世界最後同一的問題。雖然，整個科學的探討，固然皆由慣熟的世界出發，最後還得回到慣熟的世界；但物理學家所進行着的路程，卻是絕異的領域。

直到近來，聯絡的關係更密切了些；物理學常由慣熟的世界，借取原料，以供給科學世界，但是他這樣做的時候並不多。他的原料是以太電子、量子、勢能 (Potentials) 以及哈密爾頓函數 (Hamiltonian functions) 等，而且很當心保護這些原料，不使被借自其他世界的概念所染污。科學的桌子有慣用的桌子與之對照，但是科學的電子、量子或勢能卻沒有慣用的電子、量子或勢能與之對照。我們甚至也不想特製一種慣用物，和這些科學的原料相對照，或是『說明』這種電子。要在物理學家造成其世界建築以後，才能有一種聯絡或同一；假如聯絡過早，必會勞而無功。

科學是要造成一個世界，足以象徵普通經驗的世界。每一象徵的符號不必一定用來代表普通經驗中的什麼東西，或是用來代表通常經驗所能說明的東西。普通的人對於科學所引據的事物，都要有一種具體的說明。

但是他如此想，必會失望的。這就好像我們讀書的經驗一樣。書上所講的盡都是實際生活的象徵。寫書的志願當然是想讀者能把「麵包」一類的符號，和慣常生活的概念，聯合起來。但是在字母未拼成一字，字眼未湊成一句以前，就想使之和慣常生活同一，那當然是太早而徒勞無功了。符號A並不要符合慣常生活的什麼東西。依兒童看來，字母A簡直是一個抽象得了不得的字；所以我們就得給他一個慣常的概念。A是射擊蝦蟆的一個射手，註一這就使他渡過難關了；但是射手（Archers）屠戶（Butchers）船長（Captains）等字，仍只是字母的拼湊，所以他雖懂得拼字，還是不能有什麼進步。字母都是抽象的，於是遲早他總要使之現實化。物理學裏面也有這許多用基本符號造成射手和點心等有用的定義。若欲說明電子到底是什麼，我們只有說：「電子就是物理學中字母之一。」

物理學所講的外在世界，於是成爲一個有許多幻影的世界了。我們因要想掃除幻想，所以才把實質這個觀念在思想中取締了。因爲我們知道實質是一個最大的幻想。以後我們也許會想到大刀闊斧地斬除非真實的東西，是有點刀下太無情了。因爲實在（Reality）是一個嬰兒，假如失了撫養牠的幻想，便會不能生存了。但是科學家卻不管這些，他另有充足良好的理由，以探討幻影的世界，甘願把這幻影的世界與日常的世界之正確關係，這個問題，讓給哲學家去判定。在物理學世界中，我們看到慣常生活戲劇的寫真全景，我幻影的手臂放在幻影的桌

註一 外國兒童識字，都把抽象的字母，拼成合乎實際情形的字，如說「A是射擊蝦蟆的一個射手」，射手第一字母是A，故教授A時，多以此語，令便於記憶。他如屠戶，第一字母是B，船長第一字母是C，皆此意也。——譯者註

子上，幻影的墨水，流過幻影的紙，這些都是象徵的，而物理學家卻並沒有把它當作別的東西，還是把牠當作符號。後來這些符號經過我們「心靈」加以改造。於是稀薄瀾漫的電力核，竟成為可以觸摩的固體了；電核的激動無止，於是成為夏天的熱度；以太振動的級奏竟成為壯麗的虹了。心靈並不以此為止境。這個被改造了的世界又起了新的含義，這種含義在象徵世界中，殆不可見；這個世界竟成為一個美麗而有目的的世界——可惜也有痛苦與罪惡。

物質科學公然宣稱其研究對象是幻影的世界，實是近代最重要的進步。我並不是認為物理學家處處有這種哲學含義的見解。由物理學家的觀點看來，與其說這是否定日常世界的主張，無寧說是把物理學所研究的東西劃開以便自求發展。我現在並不是因為有哲學的含意，而贊成物理學之幻影與符號的世界，而是因為我想需得革除慣常的概念，而後才能闡明科學所要敘述的學說所致。假如你不預備革除這些概念，你對於近代科學的學說，便不會表示同情，甚至於像許多人一樣，覺得那種學說簡直是笑談。

我們要養成習慣，把物質世界當作純粹符號的世界，當然是一件難事。我們常常不免把經驗世界中的不合適的概念，和這些符號混為一談。若無長期經驗的訓練，我們雖抓住了幻影，還是不覺得它的幻影性質。當然，我們除非接收數學的符號主義，否則我們就不免要用虛假，來粉飾我們所抓得的符號，譬如我想到一個電子，我便覺得有那麼一個硬，紅而小的圓球；質子（Proton）是一個無性而色灰的圓球。其實這種顏色，形像以及其他概念，當然很多都是荒謬之談，我也無法加以矯正。我很知道年青的人們對於這些景象，想得太具體了，努力用哈密爾